BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
2e Série — Tome 40 — N° 1, 1968, pp. 254-260.

LE POTENTIEL D'OXYDO-RÉDUCTION DE QUELQUES MARES DE LA FORÊT DE SÉNART

Par J.-M. TURMEL

Le massif forestier de la forêt de Sénart est établi sur des « dépôts caillouteux rubéfiés » probablement du pléistocène supérieur. Plus ou moins argileux ils sont en grande partie constitués de silex, de cailloux et de quartz et en une grande « proportion de galets marins remaniés, provenant de la base des sables de Fontainebleau ». C'est donc un sous-sol nettement silicieux qui donne un sol podzolique avec végétation de bois, de landes et de marais acides. Les principaux groupements végétaux que l'on y rencontre sont les associations à *Erica tetralix*, à *Molinia coerulea* et à *Quercus sessiliflora* suivant les degrés d'humidité du sol.

Principalement le long des chemins se localisent de très nombreuses mares probablement d'origine artificielle ; celles-ci sont diversement colonisées. Les unes peu profondes, qui s'assèchent l'été pendant les mois de faible pluviosité, ont leur fond tapissé de feuilles de chêne ; ces dernières, pourrissant plus ou moins lentement, empêchent toute implantation de phanérogames. A l'opposé les mares, où l'eau persiste toute l'année, ont des ceintures de végétation caractéristiques : dans le fond peuplement de *Chara* et d'*Utricularia minor* et en surface, au centre de *Nymphea alba*, puis en des stations plus bordières de *Potamogeton natans*, d'*Alisma plantago* et de *Scirpus lacustris*, et enfin sur les rives de joncacées et de *Carex* avec de nombreuses plantes hygrophiles : *Glyceria plicata*, *Sparganium ramosum*, *Ranunculus flammula*, *Iris pseudacorus*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*.

Le rH^2 et le pH ont été déterminés (plus de trois cents mesures) dans onze mares (carrefour de Cormier, route du carrefour des Deux Châteaux à la Faisanderie, carrefour de la mare aux canes). Le potentiel d'oxydo-réduction a pu ainsi être évalué pour chacun des points étudiés en se servant de la formule :

$$Eh = (rH_2 - 2\ pH)\ 29$$

On sait que le potentiel d'oxydo-réduction est voisin de 500 mv pour les sols où il y a aérobiose ; il oscille entre 400 et 100 mv suivant que l'on est en anaérobiose très légère (400-300 mv), légère (300-200 mv), moyenne (200-100 mv) et il est inférieur à 100 mv quand on est en présence de sols ayant une anaérobiose très forte.

Trente six espèces ont été concernées par ces mesures. Un premier groupe est formé des végétaux dont les moyennes arithmétiques des mesures de Eh sont comprises entre 100 et 200 mv. Pour deux espèces cette valeur est inférieure à 150 mv.

Le *Chara* sp. possède une amplitude de Eh de 157 mv (de 52 à 209 mv) avec une moyenne arithmétique très basse (104 mv). Magrés le petit nombre de mesures

relatives à cette plante on peut cependant préciser qu'elle vit en anaérobiose moyenne et forte, c'est-à-dire dans des sols assez asphyxiés.

Le *Scirpus lacustris* L. (moyenne arithmétique des valeurs du potentiel d'oxydo-réduction 148 mv) a un très grand étalement des résultats puisque ces derniers sont compris entre 35 et 388 mv ; mais leur majorité se localise en dessous de 200 mv comme le montrent les valeurs des quartiles et de la médiane qui sont respectivement de 87, 133 et 162 ; c'est donc aussi une plante de sols fortement et moyennement anaérobies.

Quatre autres espèces ont leur moyenne arithmétique entre 150 et 200 mv ce sont : *Iris pseudacorus* L. (179 mv), *Hydrocotyle vulgaris* L. (186 mv), *Sparganium ramosum* Huds. (189 mv), et *Potamogeton natans* L. (193 mv).

L'*Iris pseudoacorus* qui possède des valeurs de Eh allant de 52 mv jusqu'à 312 mv est lié à des sols à anaérobie forte, moyenne et légère.

L'*Hydrocotyle vulgaris* a sensiblement même étalement que la précédente espèce (40-438 mv) (Q_1 = 128 mv ; M = 191 mv ; Q_3 = 243 mv) mais a un optimum (mode) bien marqué entre 180 et 200 mv ; elle accepte donc une anaérobiose moyenne et légère des sols.

Pour *Sparganium ramosum* les valeurs du Eh varient seulement de 40 à 270 mv mais la moyenne arithmétique (189 mv), la médiane (191 mv) et le mode font ranger également cette espèce parmi celles qui supportent une anaérobie moyenne et légère.

Le *Potamogeton natans*, enfin, avec son amplitude de Eh légèrement plus faible (214 mv — de 87 à 301 mv) possède comme valeur de la médiane 151 mv ; il vit donc, comme les précédentes espèces, dans les sols ayant une anaérobie moyenne et légère.

Un deuxième groupe réunit cinq espèces dont la moyenne arithmétique des valeurs du Eh est comprise entre 200 et 300 mv. Tout d'abord : *Glyceria plicata* Fries. *Ranunculus flammula* L. et *Alisma plantago* L., qui vivent dans des sols à potentiel d'oxydo-réduction largement étendu et d'autre part *Juncus silvaticus* Reichard et *Lycopus europaeus* L. qui sont seulement liés à des sols à anaérobiose légère et très légère.

Les trois premières espèces ont une amplitude écologique très grande. *Glyceria plicata* vit sur des sols où le Eh varie de 40 à 493 mv (amplitude 453 mv) ; la moyenne arithmétique est de 231 mv et ses principales caractéristiques : Q_1 = 135 mv, M = 212 mv et Q_3 = 287 mv. Un quart (en-dessous du premier quartile) des individus vit donc dans les sols à forte anaérobiose et un autre quart (au-dessus du 3e quartile) dans des sols à très faible anaérobiose ou même en aérobiose. *Ranunculus flammula*, dont le Eh s'étend de 70 à 394 mv (amplitude 324 mv), a comme moyenne arithmétique 258 mv et comme Q_1 = 180 mv, M = 226 mv et Q_3 = 359 mv. *Alisma plantago*, enfin, dont l'amplitude du potentiel d'oxydo-réduction est de 381 mv (de 35 mv à 417 mv), possède comme valeur de la moyenne arithmétique 271 mv et comme caractéristiques principales Q_1 = 180 mv, M = 272 mv et Q_3 = 388 mv. Ces deux dernières espèces ont donc une préférence pour les sols de moyenne, légère et très légère anaérobiose.

Pour *Juncus silvaticus* (moyenne arithmétique 260 mv) et *Lycopus europaeus* (moyenne arithmétique 273 mv) l'étalement des valeurs est nettement plus faible puisque pour la première espèce les valeurs n'oscillent que de 180 mv à 388 mv (208 mv) et pour la seconde de 203 mv à 383 mv (183 mv) ; on est là en présence d'espèces acceptant seulement une anaérobiose légère ou très légère.

Dans le troisième groupe huit espèces sont présentes ; la quasi totalité de leurs mesures de Eh se trouve au-dessus de 200 mv et toutes ont une moyenne arithmétique supérieure à 300 mv ; elles vivent donc de préférence en anaérobiose très légère ou en anaérobie.

Cependant on peut distinguer quelques différences dans les préférences écologiques de ces espèces. Tout d'abord, *Calluna vulgaris* Salisb., semble, malgré le petit nombre de mesures présentées ici, être une espèce préférant les sols à anaérobie légère et très légère. Les valeurs du potentiel d'oxydo-réduction des sols où elle vit s'étageant dans la zone 200 mv-400 mv, la moyenne arithmétique étant de 327 mv.

Galium palustre L. est lié comme la précédente espèce à une anaérobiose légère et très légère. Les limites absolues des valeurs du Eh sont 203 mv-464 mv, la moyenne arithmétique étant 321 mv et le mode 307 mv.

Pour le *Juncus conglomeratus* L. les valeurs du Eh des sols s'étendent de116 mv à 504 mv et sont une médiane très élevée (365 mv), la moyenne arithmétique étant de 340 mv. Ces valeurs indiquent que cette espèce se plaît surtout dans des sols très légèrement anaérobies.

Agrostis canina L., est nettement localisée dans les sols très légèrement anaérobies comme le montrent les principales caractéristiques numériques des valeurs du potentiel d'oxydo-réduction (moyenne arithmétique 351 mv, $Q_1 = 325$ mv $M = 365$ mv, $Q_3 = 388$ mv) les limites absolues étant 185 et 464 mv.

Le *Carex vesicaria* L., dont la moyenne arithmétique des valeurs du potentiel d'oxydo-réduction est de 355 mv vit dans des sols où le Eh oscille de 145 mv, sols moyennement anaérobies, jusqu'à 574 mv, caractéristique des sols parfaitement aérobies. Les valeurs de Q_1 M et Q_3 étant respectivement de 290, 354 et 394 mv. Cette espèce vit donc de préférence en très légère anaérobiose.

Le *Rubus fruticosus* (*S. lat.*). L. dont les mesures de Eh s'étendent entre 240 mv et 475 mv est une espèce qui est surtout liée aux sols à anaérobie légère et très légère voire même complètement aérobies puisque la moyenne arithmétique est de 371 mv et que la médiane est à 360 mv.

Les deux dernières espèces sont nettement liées aux sols en aérobiose *Juncus effusus* L. a en effet comme moyenne arithmétique des valeurs de Eh 398 mv et 394 mv comme médiane, ces valeurs sont assez étalées pour qu'elles couvrent toutes l'anaérobiose légère (minimum : 203 mv) et aussi les sols très aérés (maximum : 551 mv).

Le *Lonicera periclymenum* L., enfin, est une espèce surtout liée aux sols aérés, la moyenne arithmétique des mesures des Eh étant 416 mv la médiane 406 mv et les valeurs extrêmes 354 et 475 mv.

Tous ces résultats sont réunis dans le tableau I et le graphique (fig. 1) ci-contre. Dans ce dernier les premiers et troisièmes quartiles sont figurés par deux petits traits transversaux, la médiane par un grand trait transversal et la moyenne arithmétique par un point.

Pour finir, indiquons seulement que *Typha latifolia* L., *Lythrum salicaria* L., *Scutellaria galericulata* L., *Poa nemoralis* L., et *Erica cinerea* L. semblent avoir besoin de sols légèrement anaérobies et que *Potentilla tormentilla* Neck., *Salix capraea* L., *Lysimachia nummularia* L., *Convolvulus arvensis* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Ranunculus acris* L. et *repens* L., *Poa annua* L., *Trifolium repens* L., *Geum urbanum* L., et *Ajuga reptans* préfèrent les sols à très légère anaérobie ; *Teucrium scorodonia* L. se localisant dans les sols très aérés.

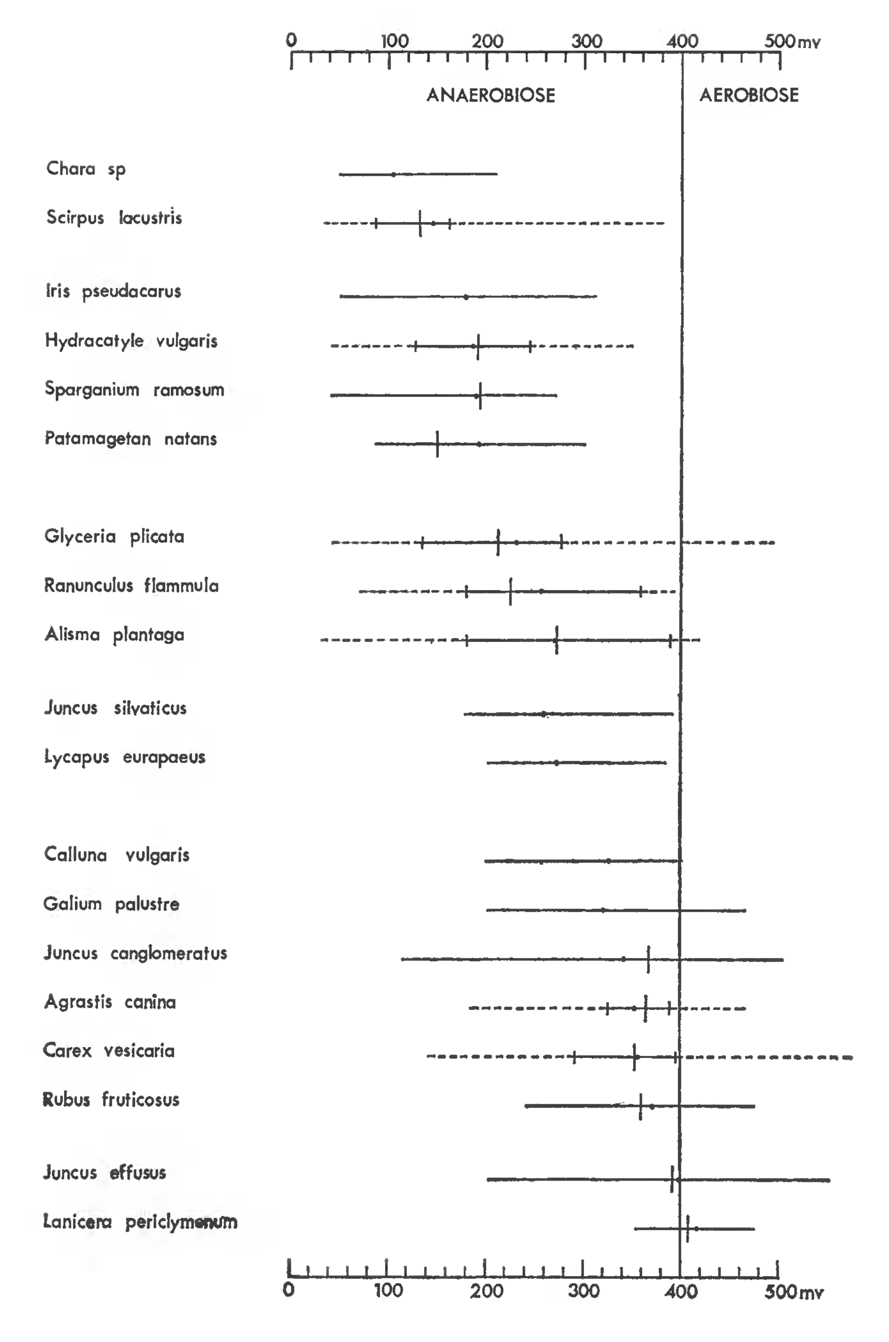

0
100
200
300
400
500 mv
ANAEROBIOSE
AEROBIOSE
Chara sp
Scirpus lacustris
Iris pseudacarus
Hydracatyle vulgaris
Sparganium ramosum
Patamagetan natans
Glyceria plicata
Ranunculus flammula
Alisma plantaga
Juncus silvaticus
Lycapus eurapaeus
Calluna vulgaris
Galium palustre
Juncus canglomeratus
Agrastis canina
Carex vesicaria
Rubus fruticosus
Juncus effusus
Lanicera periclymenum
0
100
200
300
400
500 mv

FIG. 1.

L'ensemble de ces résultats concorde avec les travaux de PEASALL [1] qui avait déjà donné en 1938, pour quelques espèces citées précédemment, des valeurs du potentiel d'oxydo-réduction des sols concordant très bien avec les résultats exposés ici.

D'autre part beaucoup de mesures ont été effectuées sous l'eau. Si l'on regarde les moyennes des valeurs de Eh aux diverses profondeurs on voit très nettement s'abaisser la valeur du potentiel d'oxydo-réduction au fur et à mesure que l'on effectue des mesures de plus en plus profondes.

Ainsi pour la végétation non hygrophile la moyenne arithmétique de toutes les valeurs du potentiel d'oxydo-réduction rassemblées ici est de 373 mv ce qui correspond à une très légère anaérobie tandis que celle concernant la végétation hygrophile n'est plus que de 351 mv. La moyenne relative à la litière de feuilles mortes émergées est de 390 mv car l'aération, se fait rapidement, une fois cet horizon hors de l'eau. Dès que l'on pénètre dans la zone submergée on se trouve très rapidement en anaérobie, d'abord légère puis moyenne et même forte pour les stations dont le recouvrement en eau dépasse plus de un mètre. Ceci est résumé dans le tableau II et le graphique ci-contre (fig. 2)Moyenne arithmétique et maximum et minimum absolus (enveloppes) de toutes les mesures pour chacune de ces 14 stations. Pratiquement aucun résultat ne dépasse 400 mv quand les sols sont submergés, mais brutalement, pour les stations exondées, ces mesures deviennent alors relativement nombreuses les moyennes arithmétiques dépassant alors toujours 350 mv.

Tableau I. — Valeurs caractéristiques du potentiel d'Oxydo-réduction des sols.

	Minimun	Q_1	moy. arith.	M	Q_3	Maximum
Chara sp.	52	—	104	—	—	209
Scirpus lacustris	35	87	148	133	162	388
Iris pseudacorus	52	—	179	—	—	312
Hydrocotyle vulgaris	40	128	186	191	243	348
Sparganium ramosum	40	—	189	191	—	270
Potamogeton natans	87	—	193	151	—	301
Glyceria plicata	40	135	231	212	278	493
Ranunculus flammula	70	180	258	226	359	394
Alisma plantago	35	180	271	272	388	417
Juncus silvaticus	180	—	260	—	—	388
Lycopus europaeus	203	—	273	—	—	383
Calluna vulgaris	200	—	327	—	—	400
Galium palustre	203	—	321	—	—	464
Juncus conglomeratus	116	—	340	365	—	504
Agrostis canina	185	325	351	365	388	464
Carex vesicaria	145	290	355	354	394	574
Rubus fruticosus	240	—	371	360	—	475
Juncus effusus	203	—	398	394	—	551
Lonicera periclymenum	354	—	416	406	—	475

1. PEASALL, W. H., 1938. — The soil complex in relation to plant communities. *J. Ecology*, pp. 180-193.

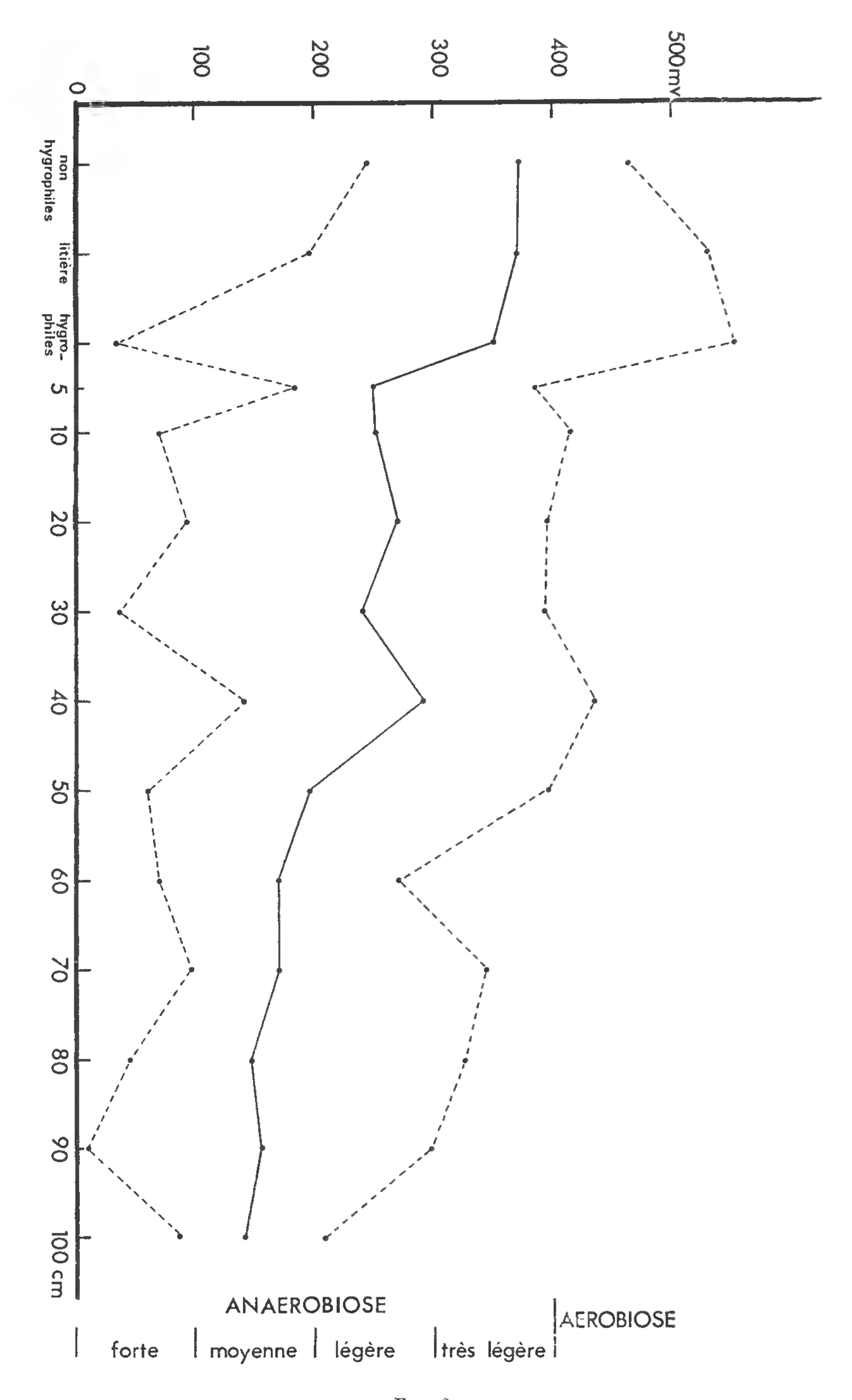

0
100
200
300
400
500mv
non hygrophiles
litière
hygro-philes
5
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100 cm
ANAEROBIOSE
AEROBIOSE
forte
moyenne
légère
très légère

Fig. 2.

Tableau II. — Valeurs extrêmes (enveloppes) et moyenne arithmétique du Eh pour les divers niveaux.

	Minimum	Moy. arith.	Maximum
Zone non hygrophile	243	373	464
Litière feuilles mortes	197	371	528
Zone hygrophile (0 cm)	35	351	551
5 cm profondeur	185	250	388
10 » »	70	252	417
20 » »	93	268	394
30 » »	35	236	388
40 » »	139	293	435
50 » »	64	195	388
60 » »	70	168	267
70 » »	96	169	342
80 » »	40	145	325
90 » »	12	157	296
+ » »	87	139	209

Cette étude préliminaire montre un bon parallélisme entre les grands groupements végétaux et les valeurs moyennes du potentiel d'oxydo-réduction de leurs sols. Ainsi les plantes des associations submergées et flottantes, sont surtout liées à des sols fortement et moyennement anaérobies ; les valeurs oscillant surtout entre 100 et 200 mv. Les plantes des associations des stations marécageuses préfèrent des sols moyennement et légèrement anaérobies ; les valeurs du Eh étant voisines de 200-300 mv. Les associations mésophiles (pelouses et bois) correspondent aux sols légèrement et très légèrement anaérobies. Les valeurs du potentiel d'oxydo-réduction étant surtout comprises entre 300 et 400 mv. Les résultats supérieurs à 500 mv correspondent aux stations sèches de broussailles et de bois méso-xérophiles.

Le Gérant : Jacques FOREST.

ABBEVILLE. — IMPRIMERIE F. PAILLART. (D. 1637) — 15-10-68.